

No English title available.

Patent Number: DE3908958
Publication date: 1990-09-20
Inventor(s): NAEGERL HANS DR (DE); KUBEIN-MEESENBURG DIETMAR PROF (DE)
Applicant(s): KUBEIN MEESENBURG DIETMAR (DE); NAEGERL HANS (DE)
Requested Patent: DE3908958
Application Number: DE19893908958 19890318
Priority Number (s): DE19893908958 19890318; CA19912051732 19910918
IPC Classification: A61F2/30
EC Classification: A61F2/32, A61F2/38K
Equivalents: AU5183090, AU647018, CA2051732, EP0463011 (WO9011062), B1, HU58986, JP4503762T, JP6004083B, WO9011062

Abstract

An artificial joint, especially one designed to replace a human joint, consisting of at least two joint components with spherical operational surfaces moving in mutual relation. The curvature relationships of the operational surfaces of circular cross-section are mutually convex-convex, convex-concave or concave-concave and the joint geometry is determined by a joint chain with two joint axes which pass through the centres of rotation M1 and M2 of the operational surfaces with the radii R1 and R2. Here, R1 is the radius of the circular cross-section of the operational surface with mid-point M1, and R2 is that of the operational surface with mid-point M2.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 39 08 958 A1

(51) Int. Cl. 5:
A61F 2/30

(21) Aktenzeichen: P 39 08 958.4
(22) Anmeldetag: 18. 3. 89
(43) Offenlegungstag: 20. 9. 90

DE 39 08 958 A1

(71) Anmelder:
Kubein-Meisenburg, Dietmar, Prof. Dr., 3350
Kreiensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 3407 Gleichen, DE

(74) Vertreter:
Solf, A., Dr.-Ing., 8000 München; Zapf, C., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 5600 Wuppertal

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(54) Künstliches Gelenk

Künstliches Gelenk zum Ersatz insbesondere von menschlichen Gelenken, bestehend aus mindestens zwei Gelenkteilen mit zueinander sich bewegenden sphärischen Funktionsflächen.

Die Krümmungsverhältnisse der eine kreisförmige Schnittkontur aufweisenden Funktionsflächen sind zueinander konvex-konvex, konvex-konkav oder konkav-konkav und die Gelenkgeometrie ist durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen bestimmt, die durch die Rotationszentren M_1 und M_2 der Funktionsflächen mit den Radien R_1 und R_2 verlaufen. Hierbei ist R_1 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Mittelpunkt M_1 und R_2 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Mittelpunkt M_2 .

DE 39 08 958 A1

DE 39 08 958 A1

1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk zum Ersatz, insbesondere von menschlichen Gelenken, bestehend aus mindestens zwei Gelenkteilen mit zueinander sich bewegenden sphärischen Funktionsflächen.

In jedem menschlichen Gelenk gleiten und rollen glatte und geschmierte Funktionsflächen aneinander ab, deren Bewegung wegen der Flüssigkeitsschmierung, nur durch geringe, geschwindigkeitsabhängige Reibungskräfte beeinflußt wird. Gibt es eine besonders ausgeprägte Funktionsrichtung des Gelenks, so vollführt der vom Gelenk geführte Körperteil am häufigsten eine ebene Bewegung aus, relativ zu dem mit ihm verbundenen, als ruhend betrachteten Teil. Um diese Bewegung herum bleibt nach beiden Seiten der allgemeine Bewegungsraum auf einen relativ kleinen Winkelbereich beschränkt (beispielsweise Kiefergelenk, Kniegelenk, scharnierartige Gelenke). Es hat sich herausgestellt, daß die bekannten künstlichen Gelenke nicht ausreichend sind, um die Funktionen der natürlichen Gelenke nachzubilden, so daß sie einem frühen Verschleiß unterliegen und zu Behinderungen beim Menschen führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, künstliche Gelenke zu schaffen, die einen Aufbau aufweisen, der eine den natürlichen Gelenken weitestgehend entsprechende Funktion sicherstellt und somit eine beschwerde- und behinderungsfreie Funktion während eines langen Zeitraumes im Menschen bewirken.

Erfundungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Krümmungsverhältnisse der Funktionsflächen, die eine kreisförmige Schnittkontur besitzen, zueinander konkav-konvex, konvex-konkav oder konkav-konkav sind, und die Gelenkgeometrie durch eine Gelenkkette durch zwei Gelenkachsen bestimmt ist, die durch die Rotationsmittelpunkte M_1 und M_2 der Funktionsflächen mit den Radien R_1 und R_2 verlaufen, wobei R_1 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Rotationszentrum M_1 und R_2 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Rotationszentrum M_2 ist. Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß das Abgleiten zweier sphärischer Funktionsflächen aneinander für die ebene Bewegung auf das Abgleiten zweier Kurven aneinander reduziert werden kann. Diese beiden Kurven werden erfundungsgemäß durch die beiden Schnittkonturen durch die Gelenkoberflächen gebildet. Hierbei stellen die Doppelkonvexität, die Konvexität-Konkavität und die Doppelkonkavität die drei möglichen, kinematischen Elemente der Gelenke dar. Die erfundungsgemäß verwendeten Schnittkonturen verlaufen durch die kraftübertragenden Gebiete der Gelenkflächen. Erfundungsgemäß wird somit ein Gelenk durch eine "dimere" Gelenkkette gebildet.

Erfundungsgemäß ist es weiterhin vorteilhaft, wenn zwischen den beiden Funktionsflächen ein Druckverteilungskörper angeordnet ist, dessen an den Funktionsflächen anliegende Gleitflächen eine den Funktionsflächen entsprechend angepaßte Krümmung aufweisen, hierbei ist die Dicke D des Druckverteilungskörpers auf der Verbindungsleitung der Rotationszentren M_1 und M_2 abhängig von der Höhe der Gelenkbelastung.

Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Anhand der in den beilegenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nun-

2

mehr näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Funktionsflächen eines erfundungsgemäßen Gelenks bei Doppelkonvexität,

Fig. 2 eine Prinzipansicht der Funktionsflächen eines erfundungsgemäßen Gelenks bei Doppelkonkavität,

Fig. 3 und **4** Prinzipansichten der Funktionsflächen eines erfundungsgemäßen Gelenks bei Konvexität-Konkavität,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines erfundungsgemäßen Gelenks als Hüftgelenk eines Menschen,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung eines erfundungsgemäßen Gelenks als Kniegelenk.

Wie sich aus **Fig. 1** ergibt, besteht ein erfundungsgemäßes Gelenk aus einem Gelenkteil 1 und einem Gelenkteil 2. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besitzen die Gelenkteile 1 und 2 jeweils konvexe Funktionsflächen 3 und 4. Diese Funktionsflächen 3 und 4 haben eine kreisförmige Schnittkontur und die Funktionsfläche 1 besitzt ein Rotationszentrum M_1 und die Funktionsfläche 2 besitzt ein Rotationszentrum M_2 . Die kreisförmige Schnittkontur der Funktionsfläche 1 hat den Radius R_1 und die kreisförmige Schnittkontur der Funktionsfläche 4 hat den Radius R_2 . Die Gelenkachsenbahn des erfundungsgemäßen Gelenkes besitzt einen Radius R , der sich aus der folgenden Beziehung ergibt.

$$R = R_1 + R_2 + D.$$

30 Hierbei stellt D die Dicke eines Druckverteilungskörpers 5 dar, und zwar auf der Verbindungsleitung der beiden Rotationszentren M_1 und M_2 . Der Druckverteilungskörper 5 weist Gleitflächen 6, 7 auf, die jeweils eine den Funktionsflächen 3 und 4 entsprechend angepaßte Krümmung besitzen. Die Dicke D des Druckverteilungskörpers 5 ist abhängig von der Belastung im Gelenk. Der Radius R der Gelenkachsenbahn ist vorgegeben, d.h. er wird aus dem natürlichen Gelenk, das durch das künstliche Gelenk ersetzt werden soll, bestimmt. Die Radien R_1 oder R_2 sind alternativ am natürlichen Gelenk nachmeßbar, so daß sich somit, aufgrund der einzelnen Parameter, ein am natürlichen Gelenk orientiertes künstliches Gelenk aufbauen läßt. Grundsätzlich ist der Radius R die das künstliche und natürliche Gelenk bestimmende Konstante. Das künstliche Gelenk kann abweichend vom natürlichen mit anderen Radii R_1 , R_2 und D aufgebaut werden, wobei die Radiensumme R dieselbe bleibt, um die verwendeten künstlichen Materialien der Belastungsoptimierung anzupassen.

50 Das erfundungsgemäß Gelenk ist demnach wie eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen aufgebaut, d.h. es handelt sich um eine sogenannte "dimere" Gelenkkette.

55 Die technische Ausführung einer derartigen "dimeren" Gelenkkette entspricht einer Ausführung aus zwei Rundlingen, die über ein Gestänge mit dem Abstand R voneinander gehalten werden.

An den beweglichen Enden der Gelenkkette sind dann jeweils die beiden gelenkig verbundenen Körper befestigt. Wesentlich ist bei der Ausführung des erfundungsgemäß Gelenkes gemäß **Fig. 1**, daß die beiden Rotationszentren M_1 und M_2 jeweils in ihrem zugehörigen Gelenkteil 1 bzw. Gelenkteil 2 liegen. Die Aufgabe des Druckverteilungskörpers 5 liegt darin, die im Gelenk auftretenden Kräfte über die Funktionsflächen des Gelenkes zu verteilen, so daß die Kontaktflächen vergrößert werden, um punktförmige Belastungen zu vermeiden.

In **Fig. 2** ist ein erfundungsgemäßes Gelenk darge-

DE 39 08 958 A1

3

4

stellt, daß aus den Gelenkteilen 11 und 12 besteht. Diese Gelenkteile 11 und 12 besitzen konkave Funktionsflächen 13, 14 mit kreisförmiger Schnittkontur und zwischen den Gelenktenen 11, 12 ist ein Druckverteilungskörper 15 angeordnet. Der Radius R der Gelenkachsenbahn dieses erfindungsgemäßen Gelenks ergibt sich aus der Beziehung

$$R = R_2 + R_1 - D,$$

wobei D wiederum die Dicke des Druckverteilungskörpers 15 auf der Verbindungsgeraden der Rotationszentren M_1 und M_2 liegt, wobei die Rotationszentren M_1 und M_2 innerhalb des Druckverteilungskörpers liegen. R_1 ist der Radius der kreisförmigen Schnittkontur um das Rotationszentrum M_1 und R_2 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur um das Rotationszentrum M_2 .

In Fig. 3 ist eine weitere Ausbildung eines erfindungsgemäßen Gelenks im Prinzip dargestellt, wobei die beiden Gelenkkörper 21, 22 unterschiedliche sphärische Krümmungen aufweisen. Der Gelenkkörper 21 weist eine konkave Funktionsfläche 23 auf und der Gelenkkörper 22 eine konvexe Funktionsfläche 24.

Zwischen den Gelenktenen 21, 22 ist wiederum ein Druckverteilungskörper 25 angeordnet. Dieser Druckverteilungskörper besitzt die Gleitflächen 26, 27. Das Gelenkteil 22 besitzt das Rotationszentrum M_1 und die kreisförmige Schnittkontur der Funktionsfläche 24 des Gelenktenen 22 besitzt den Radius R_1 . Das Gelenkteil 21 besitzt das Rotationszentrum M_2 und seine konkave Funktionsfläche 23 weist in ihrer kreisförmigen Schnittkontur den Radius R_2 auf. Hierbei sind die Rotationszentren innerhalb des Gelenktenen mit der konvexen Funktionsfläche 24 angeordnet. Der Radius R der Gelenkachsenbahn ergibt sich aus der Beziehung

$$R = R_2 - R_1 - D.$$

Hierbei ist D wiederum die Dicke des Druckverteilungskörpers 25 auf der Verbindungsgeraden der Rotationszentren M_1 und M_2 .

In Fig. 4 ist eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gelenks mit den Gelenktenen 31, 32 dargestellt. Auch hier weist das eine Gelenkteil, nämlich das Gelenkteil 31, eine konkave Funktionsfläche 33 auf und das Gelenkteil 32, eine konvexe Funktionsfläche 34. Im Gegensatz zu der Ausführungsform gemäß Fig. 3 besitzt hier die kreisförmige Schnittkontur der konvexen Funktionsfläche einen größeren Radius, nämlich den Radius R_2 mit dem Rotationszentrum M_2 und das Gelenkteil 31 die konkave Funktionsfläche 33 mit einem gegenüber dem der Funktionsfläche 23 in Fig. 3 kleineren Radius R_1 mit dem Rotationszentrum M_1 . Die Rotationszentren sind derart angeordnet, daß das Rotationszentrum des Gelenktenen 35 in ihm selber liegt und das Rotationszentrum des Gelenktenen 31 innerhalb des Druckverteilungskörpers 35, der zwischen den beiden Gelenktenen 31 und 32 angeordnet ist. Der Druckverteilungskörper 35 besitzt die an den Funktionsflächen 33 bzw. 34 anliegenden Gleitflächen 36, 37. Der Radius R der Gelenkachsenbahn ergibt sich aus der Beziehung

$$R = R_2 - R_1 + D.$$

Die Gelenkachsenbahnen der einzelnen in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Gelenke, ist dabei jeweils diejenige Bahn, und zwar eine Kreisbahn, mit der sich die Mittelpunkte M_1 bzw. M_2 in Abhängigkeit des jeweiligen Be-

zugssystems um den anderen Rotationsmittelpunkt bewegen. Diese Bewegungen der Mittelpunkte M_1 und M_2 sind unabhängig von zusätzlichen Rotationen der Funktionsflächen um Ihre eigenen Mittelpunkte.

In Fig. 5 ist die Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gelenks als menschliches Hüftgelenk dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine Anwendung der Gelenkausbildung gemäß Fig. 3. D.h. es liegt der Fall Konvexität-Konkavität vor. Hierbei weist das Hüftbein 41 als konkave Funktionsfläche die Pfanne 43 auf. Der Rotationsmittelpunkt des Hüftbeins bzw. der Pfanne ist M_2 . Und der Radius der kreisförmigen Funktionsfläche der Pfanne ist R_2 . Das andere Gelenkteil wird von dem Femur 42 gebildet, der eine konvexe Funktionsfläche 44 besitzt, mit dem Rotationsmittelpunkt M_1 und dem Radius R_1 als Krümmungsradius. Zwischen den beiden Gelenktenen 41, 42 ist der Druckverteilungskörper 45 angeordnet, dessen an den Funktionsflächen 43, 44 anliegenden Gleitflächen 45, 46 den Funktionsflächen entsprechende und angepaßte Krümmungen aufweisen. Vorteilhaft ist die Ausbildung des Druckverteilungskörpers 45 derart, daß er über die Mitte des halbkugelförmigen Teils des Femurs 42 gezogen ist, so daß das dargestellte, erfindungsgemäße Gelenk auch etwas Zug aushalten kann und z. B. nicht aufgrund der Schwerkraft des Beines bzw. des Unterschenkels auseinanderfallen kann. Was auch in bezug auf die äußere Gleitfläche 47 des Druckverteilungskörpers 45 gilt, die ebenfalls über die Hälfte der halbkugelförmigen Funktionsfläche 43 hinaus gezogen ist.

Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, daß dieses Einklemmen des Gelenks mittels des Druckverteilungskörpers in die von der Funktionsfläche 43 gebildete Hohlkugel nicht überall rundherum geschehen muß.

In Fig. 6 ist die Außenbildung eines Gelenksystems dargestellt, wie es für die Nachbildung des menschlichen Kniegelenks erforderlich ist. Dieses Gelenksystem besteht aus einer Parallelschaltung zweier erfindungsgemäßer Gelenke entsprechend der Gelenkausbildung von Fig. 3. Hierbei sind dem Femur 51 zwei Gelenktenen 52, 53 ausgebildet, die parallel zueinander angeordnet sind, die jeweils eine konvexe Funktionsfläche 54 aufweisen. Die konvexen Funktionsflächen 54 besitzen einen Rotationsmittelpunkt M_1 und einen Radius R_1 ihrer kreisförmigen Schnittkontur. In der Tibia 55 sind zwei Funktionsflächen 56 parallel zueinander angeordnet, die konkav ausgebildet sind, und deren Rotationsmittelpunkt M_2 innerhalb des Femur 51 liegt. Diese Funktionsflächen 56 besitzen jeweils eine kreisförmige Schnittkontur mit dem Radius R_2 . Zwischen den Funktionsflächen bzw. den Gelenktenen 51, 55 ist ein Druckverteilungskörper 57 angeordnet. Dieser Druckverteilungskörper ist derart ausgestaltet, daß seine Gleitflächen 58, 59 jeweils über die Hälfte der halbkugelförmigen Funktionsflächen der Gelenktenen 51, 55 hinaus verlängert sind, so daß die Gelenktenen 51, 55 klemmend gehalten sind.

Weiterhin ist es erfindungsgemäß möglich, neben einer Parallelschaltung von den einzelnen Gelenkformen gemäß Fig. 1 bis 4, auch eine Hintereinanderschaltung derartiger Gelenke zu einem Gelenksystem vorzusehen.

Patentansprüche

- Künstliches Gelenk zum Ersatz insbesondere von menschlichen Gelenken, bestehend aus mindestens zwei Gelenktenen mit zueinander sich bewegenden sphärischen Funktionsflächen, dadurch ge-

DE 39 08 958 A1

5

6

kennzeichnet, daß die Krümmungsverhältnisse der eine kreisförmige Schnittkontur aufweisenden Funktionsflächen (3, 4, 13, 14, 23, 24, 33, 34, 43, 44, 54, 56) zueinander konvexkonvex, konkav-konkav oder konkav-konkav sind und die Gelenkgeometrie durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen bestimmt ist, die durch die Rotationszentren M_1 und M_2 der Funktionsflächen mit den Radien R_1 und R_2 verlaufen, wobei R_1 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Mittelpunkt M_1 und R_2 der Radius der kreisförmigen Schnittkontur der Funktionsfläche mit dem Mittelpunkt M_2 ist.

2. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Funktionsflächen (3, 4, 13, 14, 23, 24, 33, 34, 43, 44, 54, 56) der Gelenkteile (1, 2, 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 55) ein Druckverteilungskörper (5, 15, 25, 35, 45, 55) angeordnet ist, dessen an den Funktionsflächen anliegende Gleitflächen (6, 7, 16, 17, 26, 27, 36, 37, 46, 47, 58, 59) eine den Funktionsflächen entsprechend angepaßte Krümmung aufweisen, und der Druckverteilungskörper eine Dicke D auf der Verbindungsline der Rotationszentren M_1 und M_2 aufweist, die abhängig ist von der Höhe der Gelenkbelastung.

25

3. Gelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsflächen (3, 4) der Gelenkteile (1, 2) konkav ausgebildet sind und ihre Rotationszentren M_1 und M_2 in dem zugehörigen Gelenkteil (1, 2) liegen und ihre Gelenkachsenbahn einen Radius $R = R_1 + R_2 + D$ besitzt.

30

4. Gelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Funktionsfläche (24) eines Gelenkteiles (22) konkav und die andere Funktionsfläche (23) des Gelenkteils (21) konkav ausgebildet ist und ihre Rotationszentren M_1 und M_2 innerhalb des Gelenkteiles mit der konkaven Funktionsfläche liegen und ihre Gelenkachsenbahn einen Radius $R = R_2 - R_1 - D$ besitzt.

35

5. Gelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Funktionsflächen (13, 14) konkav ausgebildet sind und ihre Rotationszentren M_1 und M_2 im Druckverteilungskörper (15) liegen und ihre Gelenkachsenbahn den Radius $R = R_2 + R_1 - D$ besitzt.

40

6. Gelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Funktionsfläche (34) eines Gelenkteils (32) konkav und die andere Funktionsfläche (33) des Gelenkteils (31) konkav ausgebildet ist und das Rotationszentrum M_1 des Gelenkteils (34) mit der konkaven Funktionsfläche in diesem und das Rotationszentrum M_1 des Gelenkteils (31) mit der konkaven Funktionsfläche im Druckverteilungskörper (35) liegt und ihre Gelenkachsenbahn einen Radius $R = R_2 - R_1 + D$ besitzt.

45

7. Gelenksystem aus mindestens zwei künstlichen Gelenken, jedes bestehend aus mindestens zwei Gelenktenen mit zueinander sich bewegenden sphärischen Funktionsflächen, gekennzeichnet durch eine Parallelschaltung mit mindestens zwei Gelenken nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6.

50

8. Gelenksystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7, gekennzeichnet durch eine Serienschaltung mindestens zweier Gelenke nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6.

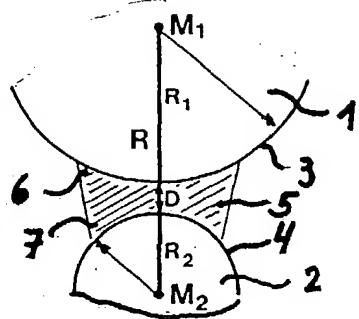
65

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

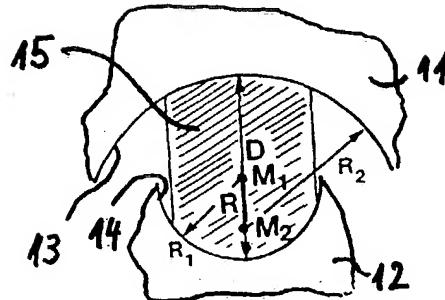
Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:

DE 39 08 958 A1
A 61 F 2/30
20. September 1990



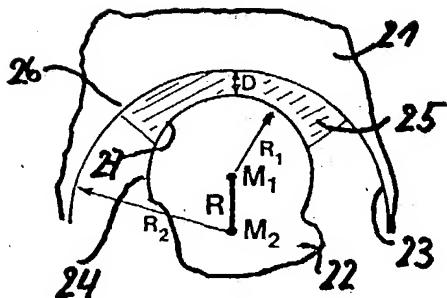
$$R = R_2 + R_1 + D$$

Fig. 1



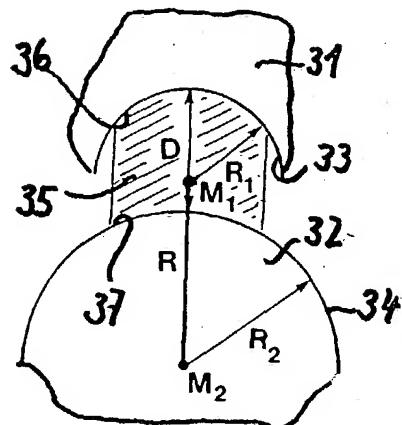
$$R = R_2 + R_1 - D$$

Fig. 2.



$$R = R_2 - R_1 - D$$

Fig. 3



$$R = R_2 - R_1 + D$$

Fig. 4

Dimere Gelenkketten

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Numm r:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:

DE 39 08 958 A1
A 61 F 2/30
20. September 1990

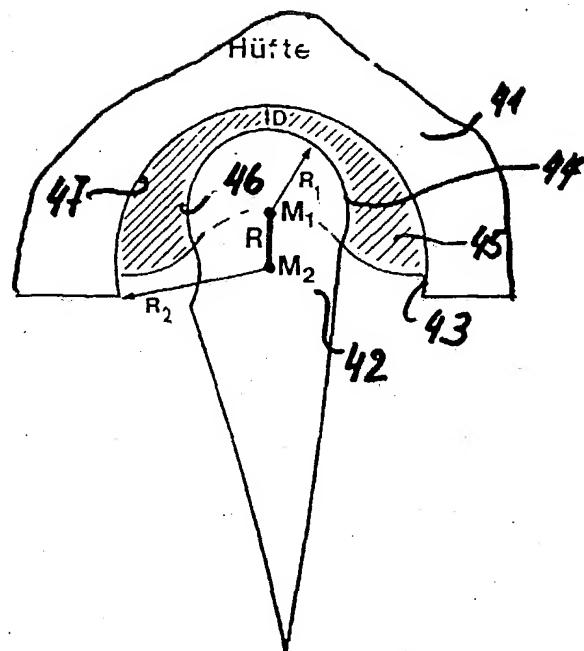


Fig 5

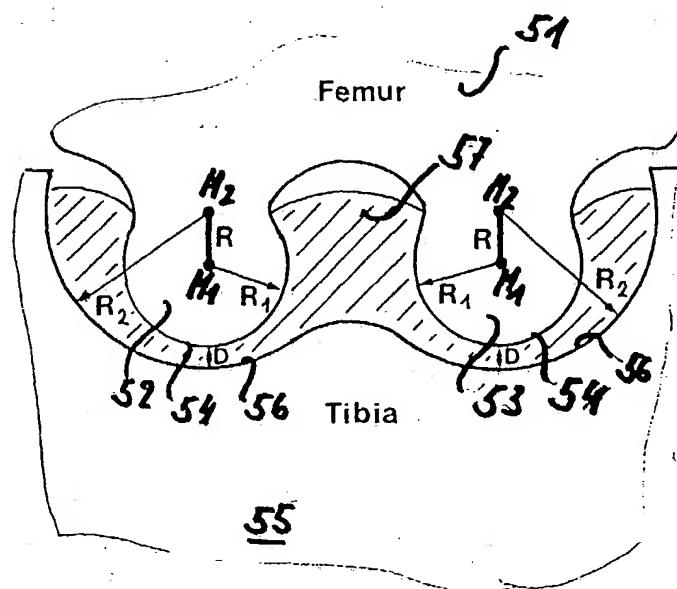


Fig 6